

XY + tilt.

CLIPPEDIMAGE= JP409199573A

PAT-NO: JP409199573A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 09199573 A

TITLE: POSITIONING STAGE APPARATUS AND ALIGNER USING THE  
SAME

PUBN-DATE: July 31, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MURATA, KENSHO

INT-CL (IPC): H01L021/68; B23Q017/24 ; H01L021/027

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct an Abbe error in a wafer stage.

SOLUTION: A wafer stage 4 for holding a wafer W<SB>1</SB> has an XY stage 10, a leveling stage 11, and a wafer chuck 12, a tilt angle of the leveling stage 11 being adjusted based on an output of a wafer focus sensor 7. A laser beam M<SB>1</SB> for measurement of positions of the wafer W<SB>1</SB> in X and Y directions is partly separated as a monitor beam M<SB>2</SB> by a half mirror 9a, and guided to a position sensor 9b to measure a positional displacement of the monitor beam M<SB>2</SB> and to calculate an Abbe error on the basis of the measured displacement and the tilt angle of the leveling stage 11.

COPYRIGHT: (C)1997, JPO

----- KWIC -----

Abstract - FPAR:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct an Abbe error in a wafer stage.

Abstract - FPAR:

SOLUTION: A wafer stage 4 for holding a wafer W<SB>1</SB> has an XY stage 10, a leveling stage 11, and a wafer chuck 12, a tilt angle of the leveling stage 11 being adjusted based on an output of a wafer focus sensor 7. A laser beam M<SB>1</SB> for measurement of positions of the wafer W<SB>1</SB> in X and Y directions is partly separated as a monitor beam M<SB>2</SB> by a half mirror 9a, and guided to a position sensor 9b to measure a positional displacement of the monitor beam M<SB>2</SB> and to calculate an Abbe error on the basis of the measured displacement and the tilt angle of the leveling stage 11.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-199573

(43)公開日 平成9年(1997)7月31日

(51)IntCl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	K
B 2 3 Q 17/24			B 2 3 Q 17/24	B
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 6 B

審査請求 未請求 請求項の数7 FD (全6頁)

(21)出願番号 特願平8-21862

(22)出願日 平成8年(1996)1月12日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 村田 憲昭

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ヤノン株式会社小杉事業所内

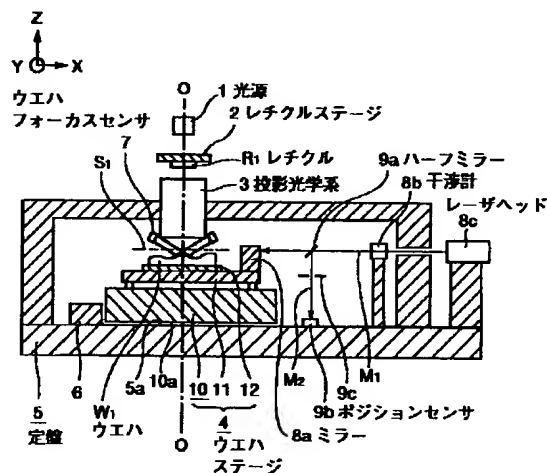
(74)代理人 弁理士 阪本 善朗

(54)【発明の名称】 位置決めステージ装置およびこれを用いた露光装置

(57)【要約】

【課題】 ウエハステージのアップ誤差を補正する。

【解決手段】 ウエハW<sub>1</sub>を保持するウエハステージ4は、XYステージ10とレベリングステージ11とウエハチャック12を有し、レベリングステージ11の傾斜角度はウエハフォーカスセンサ7の出力に基づいて調節される。ウエハW<sub>1</sub>のXY方向の位置を測定するためのレーザ光M<sub>1</sub>の一部分をモニタ光M<sub>2</sub>としてハーフミラー9aによって分離してポジションセンサ9bに導入し、モニタ光M<sub>2</sub>の位置ずれを計測し、該計測値とレベリングステージ11の傾斜角度に基づいてアップ誤差を算出する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の基準面に沿って移動自在である保持盤と、該保持盤の位置を計測光によって計測する位置計測手段と、前記保持盤の前記基準面に対する傾斜角度を調節するための傾斜角度調節手段と、前記計測光の一部分をモニタ光として分離する分離手段と、前記モニタ光の変位を検出する変位検出手段を有する位置決めステージ装置。

【請求項2】 変位検出手段の出力に基づいて位置計測手段の出力を補正する補正手段が設けられていることを特徴とする請求項1記載の位置決めステージ装置。

【請求項3】 分離手段がハーフミラーを有することを特徴とする請求項1または2記載の位置決めステージ装置。

【請求項4】 位置計測手段と分離手段と変位検出手段が、低熱膨張材料で作られた支持体によって支持されていることを特徴とする請求項1ないし3いずれか1項記載の位置決めステージ装置。

【請求項5】 低熱膨張材料がセラミックであることを特徴とする請求項4記載の位置決めステージ装置。

【請求項6】 変位検出手段が光電センサであることを特徴とする請求項1ないし5いずれか1項記載の位置決めステージ装置。

【請求項7】 請求項1ないし6いずれか1項記載の位置決めステージ装置と、これによって位置決めされた基板を露光する露光手段を有する露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路を製造するための露光装置等に用いられる高精度の位置決めステージ装置およびこれを用いた露光装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体集積回路を製造するための露光装置は、ウエハ等基板の複数の露光領域を順次投影光学系の結像面に移動させて露光するステップアンドリピート方式の露光装置（ステッパ）が主流であり、このような露光装置においては、前記基板をレチクル等原版に対して高精度で位置決めするための位置決めステージ装置を必要とする。

【0003】図4は一般的なステッパを説明するもので、これは、光源101から発生される露光光の光軸0に沿って配設されたレチクルステージ102、投影光学系103、ウエハステージ104を有し、ウエハステージ104は、公知のXYステージ110と、これに載置されたレベリングステージ111と該レベリングステージ111に保持されたウエハチャック112を備えている。

【0004】XYステージ110の底面110aは高い面精度（平坦度と平滑度）に仕上げ加工され、露光装置

の定盤105の上面に設けられた案内面105aに対向しており、該案内面105aとXYステージ110の底面110aの間は、図示しない静圧空気軸受によって非接触に保たれている。また、XYステージ110は、露光光の光軸0（Z軸）に垂直な2軸（X軸、Y軸）の方向にそれぞれリニアモータ等によって直線駆動されるXステージとYステージからなり、Yステージは、定盤105に立設されたYガイド106の側面の案内面106aによって図示しない静圧空気軸受を介して非接触でY軸方向に案内され、Xステージも、Yステージに立設されたXガイドによって静圧空気軸受を介して非接触でX軸方向に案内される。XYステージ104はこのように定盤105上に非接触で支持され、前記リニアモータ等によってXY平面内の任意の位置に高精度で位置決めされる。

【0005】XYステージ110に載置されたレベリングステージ111は、その傾斜角度を微調節自在に構成される。ウエハチャック112上のウエハW<sub>0</sub>の表面にうねりや傾斜があると、投影光学系103の結像面S<sub>0</sub>すなわち焦点位置からウエハW<sub>0</sub>の表面がずれて焦点ぼけを発生するおそれがある。そこで、ウエハフォーカスセンサ107を用いてウエハW<sub>0</sub>の露光領域ごとにその表面の傾きを検出し、該検出値に基づいてレベリングステージ111の傾斜角度を調節することで前記焦点ぼけを回避する。

【0006】近年では、半導体集積回路の必要線幅がサブミクロン程度に縮小し、このために、投影光学系103には開口数（NA）が大きくて露光フィールドが広く従って焦点深度の浅いものが用いられる傾向にある。そこでウエハW<sub>0</sub>の各露光領域ごとにレベリングステージ111の傾斜角度を調節して投影光学系103の結像面S<sub>0</sub>に対するウエハW<sub>0</sub>の表面の傾斜を零にする位置決め工程が必要である。

【0007】光源101から発生された露光光は、レチクルステージ102に保持されたレチクルR<sub>0</sub>の微細パターンを投影光学系103を経てウエハW<sub>0</sub>に投影し、これを露光する。露光前や露光中のウエハW<sub>0</sub>のXY方向の位置は、レベリングステージ111と一体であるミラー108に計測用のレーザ光M<sub>0</sub>を照射し、その反射光によって干渉縞を得る干渉計109によって計測される。XYステージ110は干渉計109の出力に基づいて駆動され、このようにしてウエハW<sub>0</sub>とレチクルR<sub>0</sub>のアライメントが高精度で管理される。

【0008】ところが、ミラー108と一体であるレベリングステージ111は、前述のように、その傾斜角度をウエハW<sub>0</sub>の各露光領域の表面のうねりや傾斜に合わせて変化させるものであるため、干渉計109の計測値にはレベリングステージ111の傾斜角度の変化に起因する誤差、いわゆるアップ誤差が発生する。

【0009】図5に示すように、アップ誤差 $\Delta L$ は以下

の式によって算出される。

\* \* 【0010】

$$\Delta L = \nu \sin \theta + (2Lc - X_m) \{1 - \cos(\theta + \beta)\}$$

..... (1)

ここで、 $\nu$ ：レーザ光 $M_0$ と投影光学系103の結像面 $S_0$ の高さの差

$\beta$ ：投影光学系103の結像面 $S_0$ に対するレーザ光 $M_0$ の傾斜角度

$\theta$ ：レベリングステージ111の傾斜角度

$Lc$ ：露光光の光軸0から干渉計109までの距離

$X_m$ ：露光光の光軸0からミラー108の反射面までの距離

式(1)において、傾斜角度 $\beta$ 、 $\theta$ はいずれも微小であるから、レーザ光 $M_0$ と投影光学系103の結像面 $S_0$ の高さが同じでレーザ光 $M_0$ が投影光学系103の結像面 $S_0$ に平行であれば、 $\nu=0$ 、 $\beta=0$ 、従って、 $\Delta L=0$ となってアップ誤差に対する対策は不要となる。

【0011】そこでステッパを設置するときにレーザ光 $M_0$ の高さと傾斜角度を投影光学系103の結像面 $S_0$ に対して上記のように厳密に合わせるか、あるいは、予め、投影光学系103の結像面 $S_0$ に対するレーザ光 $M_0$ の高さの差 $\nu$ と傾斜角度 $\beta$ を検出しておき、各露光サイクルごとに、式(1)によってアップ誤差を算出して干渉計109の計測値を補正する等の工夫がなされている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の技術によれば、ステッパを設置するときに計測用のレーザ光を投影光学系の結像面の高さと傾斜角度に合わせる方法は、ステッパの周辺機器によるスペースの制約上不可能であったり、ステッパの組立作業が極めて複雑になる等の不都合がある。加えてステッパを設置するときにレーザ光を投影光学系の結像面に合わせても、レーザ光を発生するレーザヘッドが計測中に熱歪を起こしてその発光方向が変化したり、あるいは露光中にステッパ本体の熱歪等のために投影光学系の結像面の高さが変動すればアップ誤差が発生するのを避けることができない。

【0013】また、予め計測用のレーザ光と投影光学系の結像面の高さの差と傾斜角度を測定しておき、式(1)によって補正する方法も、露光サイクルが進行するにつれてレーザヘッドの熱歪やステッパ本体の熱歪のためにレーザ光の発光方向等が変化すると適正な補正を行なうことができない。

【0014】本発明は、上記従来の技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであって、干渉計等の計測値に含まれるアップ誤差を適正に補正して極めて高精度な位置決めを行なうことのできる位置決めステージ装置およびこれを用いた露光装置を提供することを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するた ※50

※め、本発明の位置決めステージ装置は、所定の基準面に沿って移動自在である保持盤と、該保持盤の位置を計測光によって計測する位置計測手段と、前記保持盤の前記基準面に対する傾斜角度を調節するための傾斜角度調節手段と、前記計測光の一部分をモニタ光として分離する分離手段と、前記モニタ光の変位を検出する変位検出手段を有することを特徴とする。

【0016】変位検出手段の出力に基づいて位置計測手段の出力を補正する補正手段が設けられているとよい。

【0017】分離手段がハーフミラーを有するとよい。

【0018】位置計測手段と分離手段と変位検出手段が、低熱膨張材料で作られた支持体によって支持されているとよい。

【0019】

【作用】計測光によって保持盤の位置を計測する位置計測手段の出力は、基準面に対する保持盤の傾斜角度が変化するとアップ誤差を発生するため、保持盤の傾斜角度に基づいてアップ誤差を算出し、位置計測手段の出力を補正する。ところが、計測光の発光方向等が変動するとこのためにアップ誤差が変化して適正な補正ができない。

【0020】そこで、計測光の一部分をモニタ光として分離し、変位検出手段に導入してその変位を検出し、得られた検出値に基づいて正確なアップ誤差を算出し、位置計測手段の出力を補正する。このようにして保持盤の位置を正確に測定し、保持盤の位置決めを高精度で行なうことができる。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0022】図1は一実施例による露光装置を示すもので、これは、光源1から発生される露光光の光軸0に沿って配設されたレチクルステージ2および投影光学系3等を備えた露光手段と、ウエハステージ4を有し、ウエハステージ4は、公知のXYステージ10と、これに載置された傾斜角度調節手段であるレベリングステージ11と該レベリングステージ11に保持された保持盤であるウエハチャック12を備えている。

【0023】XYステージ10の底面10aは高い面精度(平坦度と平滑度)に仕上げ加工され、露光装置の支持体である定盤5の上面に設けられた案内面5aに対向しており、該案内面5aとXYステージ10の底面10aとの間は、図示しない静圧空気軸受によって非接触に保たれている。また、XYステージ10は、露光光の光軸0(Z軸)に垂直な2軸(X軸、Y軸)の方向にそれぞれリニアモータ等によって直線駆動されるXステージとYステージからなり、Yステージは、定盤5に立設さ

れたYガイド6の側面の案内面によって図示しない静圧空気軸受を介して非接触でY軸方向に案内され、Xステージも、Yステージに立設されたXガイドによって静圧空気軸受を介して非接触でX軸方向に案内される。XYステージ4はこのように定盤5上に非接触で支持され、前記リニアモータ等によってXY平面内の任意の位置に高精度で位置決めされる。

【0024】XYステージ10に載置されたレベリングステージ11は、その傾斜角度を微調節自在に構成される。ウエハチャック12上のウエハW<sub>1</sub>の表面にうねりや傾斜があると、基準面である投影光学系3の結像面S<sub>1</sub>すなわち焦点位置からウエハW<sub>1</sub>の表面がずれて焦点ぼけを発生するおそれがある。そこで、ウエハフォーカスセンサ7を用いてウエハW<sub>1</sub>の露光領域ごとにその表面の傾きを検出し、該検出値に基づいてレベリングステージ11の傾斜角度を調節することで前記焦点ぼけを回避する。

【0025】近年では、半導体集積回路の必要線幅がサブミクロン程度に縮小し、このために、投影光学系3には開口数(NA)が大きくて露光フィールドが広く従って焦点深度の浅いものが用いられる傾向にある。そこでウエハW<sub>1</sub>の各露光領域ごとにレベリングステージ11の傾斜角度を調節して投影光学系3の結像面S<sub>1</sub>に対するウエハW<sub>1</sub>の表面の傾斜を零にする工程が必要である。

【0026】光源1から発生された露光光は、レチクルステージ2に保持されたレチクルR<sub>1</sub>の微細パターンを投影光学系2を経てウエハW<sub>1</sub>に投影し、これを露光する。露光前や露光中のウエハW<sub>1</sub>のXY方向の位置は、レベリングステージ11と一体であるミラー8aに計測光であるレーザ光M<sub>1</sub>を照射し、その反射光によって干渉縞を得る位置計測手段である干渉計8bによって計測される。XYステージ10は干渉計8bの出力に基づいて駆動され、このようにしてウエハW<sub>1</sub>とレチクルR<sub>1</sub>のアライメントが高精度で管理される。

【0027】なお、干渉計8bやレーザ光M<sub>1</sub>を発生するレーザヘッド8cは、定盤5と一体である支持部材によって支持される。

$$\nu = (Lh + Ld) / (Lh + Ls + Lp) \times \tau \dots (4)$$

また、式(2)において $\beta \approx 0$ であるから以下のように近似できる。

$$\beta = 1 / (Lh + Ls + Lp) \times \tau \dots (5)$$

すなわち、ウエハW<sub>1</sub>の各露光領域を露光する前や露光中に、ポジションセンサ9bの検出値 $\tau$ を用いて式

(4)および(5)から $\nu$ と $\beta$ を算出し、式(1)によってアップ誤差 $\Delta L$ を算出して干渉計8bの計測値を自動的に補正する補正手段を設ければ、ウエハステージ4によるウエハW<sub>1</sub>の位置決め精度を大幅に向上させ、レチクルR<sub>1</sub>に対するアライメントを安定して高精度で管

\*【0028】前述のようにミラー8と一体であるレベリングステージ11は、その傾斜角度をウエハW<sub>1</sub>の各露光領域の表面のうねりや傾斜に合わせて変化させるものであるため、干渉計8bの計測値にはレベリングステージ11の傾斜角度の変化に起因する誤差、いわゆるアップ誤差が発生する。

【0029】アップ誤差は式(1)によって算出されるものであるから、予め投影光学系3の結像面S<sub>1</sub>に対するレーザ光M<sub>1</sub>の高さの差 $\nu$ と傾斜角度 $\beta$ を検出しておけば、レベリングステージ11の傾斜角度 $\theta$ が変化するたびに式(1)によってアップ誤差 $\Delta L$ を算出して干渉計8bの計測値を補正できる。

【0030】ところが、レーザ光M<sub>1</sub>を発生するレーザヘッド8cの熱歪や露光中のステップアップ本体の熱歪等によって投影光学系3の結像面S<sub>1</sub>に対するレーザ光M<sub>1</sub>の相対位置が変わると、式(1)の $\nu$ や $\beta$ の値が変化して正確なアップ誤差 $\Delta L$ を算出できない。そこで計測用のレーザ光M<sub>1</sub>の光路に分離手段であるハーフミラー9aを設け、これによってレーザ光M<sub>1</sub>の一部分をモニタ光M<sub>2</sub>として分離して定盤5上の光电センサ(変位検出手段)であるポジションセンサ9bに導入し、図2に示すように、ポジションセンサ9bの検出面におけるモニタ光M<sub>2</sub>の変位であるずれ量 $\tau$ を検出する。投影光学系3の結像面S<sub>1</sub>に対するレーザ光M<sub>1</sub>の高さの差 $\nu$ と傾斜角度 $\beta$ とポジションセンサ9bの検出面におけるレーザ光M<sub>1</sub>のモニタ光M<sub>2</sub>のずれ量 $\tau$ の間には以下の関係が成立する。

【0031】

$$\tau = (Lh + Ls + Lp) \tan \beta \dots (2)$$

ここで、Lh:干渉計8bからレーザヘッド8cまでの距離

Ls:干渉計8bからハーフミラー9aまでの距離

Lp:ハーフミラー9aからポジションセンサ9bまでの距離

また、干渉計8bからミラー8aまでの距離をLdとすれば、

$$\nu = (Lh + Ld) \tan \beta \dots (3)$$

であるから式(2)と式(3)から

40※理できる。

【0033】本実施例によれば、レベリングステージ11の傾斜角度の変化によるアップ誤差 $\Delta L$ を正確に補正してウエハW<sub>1</sub>とレチクルR<sub>1</sub>のアライメントを高精度で管理することができるため、微細パターンの高精細化が進んでも転写ずれを発生するおそれのない極めて高性能な露光装置を実現できる。

【0034】なお、干渉計8bとポジションセンサ9bとの間のキャリブレーションは、予めマーキングされたテスト用のウエハをウエハステージ4に載置し、レベリングステージ11を傾斜させて図示しないアライメント

検出系によってテスト用のウエハのマークの位置ずれを検出することによって行なわれる。また、式(1)において $\theta$ 、 $\beta$ の値は微小であるから、テーラー展開によって得られた以下の近似式(6)を式(1)の替わりに用いてもよい。

【0035】

$$\Delta L = \{ \nu + (2L_c - X_m) \beta \} \theta \dots (6)$$

ハーフミラー9aとポジションセンサ9bの間にはレーザー光 $M_1$ のモニタ光 $M_2$ の一部分がポジションセンサ9bの受光面によって反射されて干渉計8bにゴーストを発生させるおそれがある。そこで、ハーフミラー9aとポジションセンサ9bの間に窓9cを設けて前記ゴーストの発生を防ぐ。さらに、ポジションセンサ9bの受光面をレーザー光 $M_1$ のモニタ光 $M_2$ に対して垂直な位置からわずかに傾斜させたり、ポジションセンサ9bの受光面に反射防止膜を設けることも、前記ゴーストを防ぐうえで大きな効果がある。

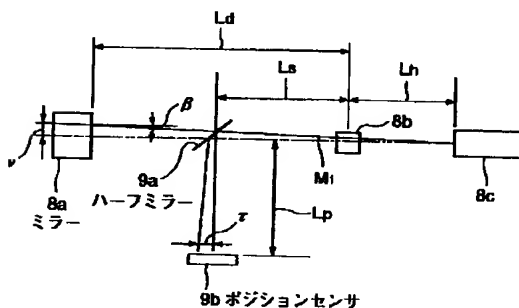
【0036】なお、レーザー光 $M_1$ による計測中に干渉計8bやレーザーヘッド8cやポジションセンサ9b等を支持する支持部材や定盤5が著しい熱膨張を起すと前述のようなアップ誤差の補正を適切に行なうことができない。そこで、定盤5等にはセラミック等の低熱膨張材料を用いることが望ましい。

【0037】図3は一変形例を示すもので、干渉計8bと同様の干渉計28bにおいて、計測用のレーザー光 $M_1$ の一部分を参照光 $M_3$ として分離して、これを投影光学系3の鏡筒に取り付けられた平面ミラー23によって反射させるもので、参照光 $M_3$ の一部分をハーフミラー29aによってモニタ光 $M_4$ として分離してポジションセンサ29bに導入するように構成されている。

【0038】このように、干渉計の参照光を用いて式(1)または式(6)の $\nu$ 、 $\beta$ を検出することもできる。

【0039】

【図2】



【発明の効果】本発明は上述のとおり構成されているので、次に記載するような効果を奏する。

【0040】ウエハステージの位置を計測する干渉計等の計測値に含まれるアップ誤差を常時適正に補正して極めて高精度な位置決めを行なうことができる。このような位置決めステージ装置を露光装置のウエハステージ等に用いることで、極めて高精度な転写、焼き付けを実現できる。また、アップ誤差の補正をオンラインで行なうことができるため、測定のために半導体製造プロセス等を中断する必要もなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例による露光装置を示す模式立面図である。

【図2】図1の装置のポジションセンサの出力から計測用のレーザー光の高さと傾斜角度を求める式を説明する図である。

【図3】一変形例を示す模式立面図である。

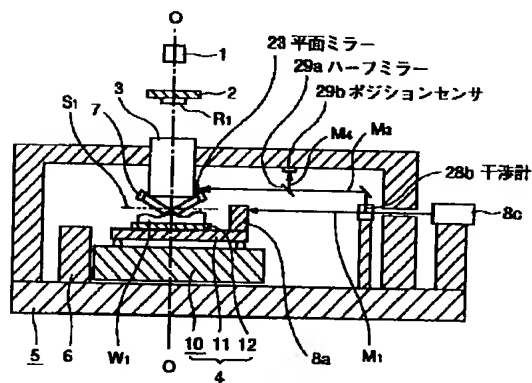
【図4】一従来例を示す模式立面図である。

【図5】アップ誤差を算出する式を説明する図である。

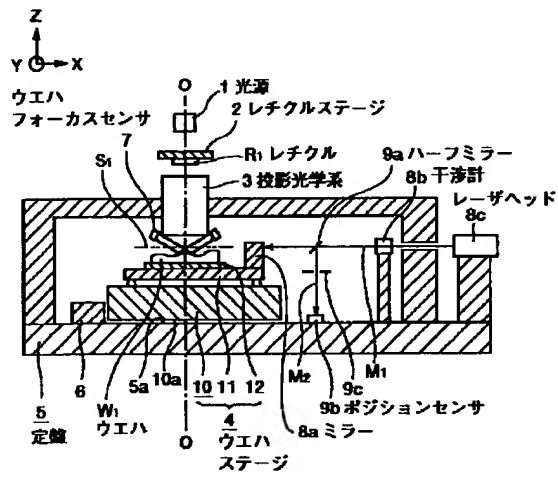
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 レチクルステージ
- 3 投影光学系
- 4 ウエハステージ
- 5 定盤
- 7 ウエハフォーカスセンサ
- 8a ミラー
- 8b, 28b 干渉計
- 8c レーザヘッド
- 9a, 29a ハーフミラー
- 9b, 29b ポジションセンサ
- 11 レベリングステージ
- 12 ウエハチャック

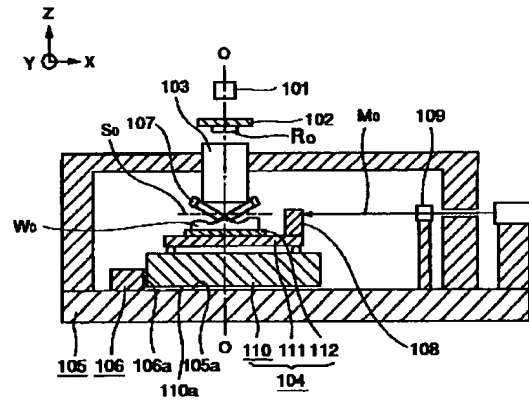
【図3】



【図1】



【図4】



【図5】

